

SULIT

First Semester Examination
Academic Session 2019/2020

December 2019/January 2020

EAS353 – Reinforced Concrete Structural Design I
(Rekabentuk Konkrit Bertetulang I)

Duration : 2 hours
(Masa : 2 jam)

Please check that this examination paper consists of **NINE (9)** pages of printed material including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat yang bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions: This paper consists of **FIVE (5)** questions. Answer **FOUR (4)** questions.

Arahan: Kertas ini mengandungi **LIMA (5)** soalan. Jawab **EMPAT (4)** soalan.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

...2/-

SULIT

- (1). (a). **Figure 1** shows a resultant strain diagram of a concrete section. Determine the depth of neutral axis (x) to ensure yielding of the tension steel at the ultimate limit state. The maximum compressive strain (ϵ_{cu2}) in the concrete is taken as 0.0035 for concrete class $\leq C50/60$. Modulus of elasticity and yield strength of steel are 200 GPa and 500 N/mm², respectively. Partial factor of safety for steel is 1.15.

Rajah 1 menunjukkan gambarajah terikan paduan keratan konkrit. Tentukan kedalaman paksi neutral (x) untuk memastikan pengalihan keluli tegangan pada keadaan had muktamad. Terikan mampatan maksimum (ϵ_{cu2}) dalam konkrit diambil sebagai 0.0035 untuk kelas konkrit $\leq C50/60$. Modulus keanjalan dan kekuatan alah keluli masing-masing ialah 200 GPa dan 500 N/mm². Faktor keselamatan separa untuk keluli adalah 1.15.

[4 marks/markah]

- (b). A continuous beam of three equal spans has a constant cross section and supports a uniformly distributed permanent action including its self-weight of 25 kN/m and a variable action of 15 kN/m. Sketch three possible load arrangements recommended for buildings in accordance with BS EN 1992-1-1:2004+A1:2014. Calculate the load combinations considered for the load arrangement.

Sebuah rasuk selanjur dari tiga rentang sama yang mempunyai keratan rentas malar dan menyokong beban kekal teragih seragam termasuk berat diri 25 kN/m dan beban boleh ubah sebanyak 15 kN/m. Lakarkan tiga susunan beban yang mungkin seperti disyorkan untuk bangunan mengikut BS EN 1992-1-1: 2004 + A1: 2014. Kirakan kombinasi beban yang dipertimbangkan untuk susunan beban tersebut.

[4 marks/markah]

...3/-

- (c). The effective depth and width of the beam as shown in **Figure 1** are 410 mm and 250 mm, respectively. The yield strength of the steel reinforcement and compressive strength of concrete are 500 N/mm² and 30 N/mm², respectively.

*Kedalaman berkesan dan lebar rasuk seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 1** masing-masing ialah 410 mm dan 250 mm. Kekuatan alah tetulang keluli dan kekuatan mampatan konkrit masing-masing adalah 500 N/mm² dan 30 N/mm².*

- (i). Sketch an equivalent rectangular stress block for the cross-section of the beam. Write a bending moment equation about the tension reinforcement of the beam.

Lakarkan blok tegasan segi empat tepat setara untuk keratan rentas rasuk. Tulis persamaan momen lenturan terhadap tetulang tegangan rasuk.

[7 marks/markah]

- (ii). EC2 limits the depth of neutral axis to $x \leq 0.45d$, where d is effective depth of the beam. The concrete section with the depth of neutral axis at the specified maximum depth of $0.45d$ is often referred to as the balanced section. Show the ultimate moment of resistance of the balanced section as $0.167f_{ck}bd^2$.

EC2 menghadkan kedalaman paksi neutral kepada $x \leq 0.45d$, di mana d adalah kedalaman berkesan rasuk. Keratan konkrit dengan kedalaman paksi neutral pada kedalaman maksimum $0.45d$ sering disebut sebagai keratan seimbang. Tunjukkan momen rintangan muktamad keratan seimbang tersebut sebagai $0.167f_{ck}bd^2$.

[4 marks/markah]

...4/-

- (iii). The ultimate design moment to be resisted by the section in **Figure 1** is 180 kNm. Determine the area of tension reinforcement required (A_s). The compressive strength of concrete and yield strength of steel are 30 N/mm² and 500 N/mm², respectively.

*Momen rekabentuk muktamad yang akan dirintang oleh keratan dalam **Rajah 1** ialah 180 kNm. Tentukan luas tetulang tegangan yang diperlukan (A_s). Kekuatan mampatan konkrit dan kekuatan mampatan keluli masing-masing ialah 30 N/mm² dan 500 N/mm².*

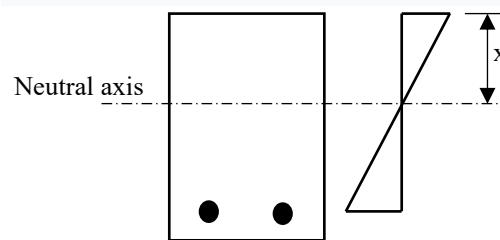


Figure 1/ Rajah 1

[6 marks/markah]

- (2). (a). Describe the geometrical configuration of a common stair.
Terangkan konfigurasi geometri tangga biasa.
- (b). List and sketch **FIVE (5)** types of staircase.
*Senaraikan dan lakarkan **LIMA (5)** jenis tangga.*
- (c). Explain the basic differences in structural behavior between 'straight stair spanning horizontally' and 'straight stair spanning longitudinally'.

[5 marks/markah]

[5 marks/markah]

Terangkan perbezaan asas dalam kelakuan struktur antara 'tangga lurus merentangi secara mendatar' dan 'tangga lurus merentangi secara longitudinal'.

[5 marks/markah]

...5/-

- (d). Describe with appropriate sketches examples of a simply supported stair and a continuous stair which consist of flight and a landing. Sketch also the idealized structure of both stairs with their relevant shape of bending moment diagrams and shear forces.

Terangkan dengan lakaran yang sesuai contoh tangga disokong mudah dan tangga selangar yang mengandungi larian dan pelantar. Lakarkan juga struktur yang ideal untuk kedua-duanya dengan gambarajah momen lentur dan daya ricih.

[10 marks/markah]

- (3). A simply supported beam as shown in **Figure 2** has a rectangular cross section with $b = 300$ mm and $h = 650$ mm. The beam is designed to support uniformly distributed permanent actions (g_k) excluding beam self-weight of 20 kN/m and a variable action (q_k) of 17.5 kN/m. Design and provide the detailing for the beam. Take characteristic compressive strength of concrete, $f_{ck} = 35$ N/mm², characteristic strength of steel reinforcement $f_{yk} = 500$ N/mm², diameter of main bar, $\phi = 32$ mm, diameter of links, $\phi' = 12$ mm and concrete cover $c = 25$ mm and concrete density = 25 kN/m³.

*Sebuah rasuk disokong mudah seperti dalam **Rajah 2** mempunyai keratan segiempat dengan ukuran $b = 300$ mm dan $h = 650$ mm. Rasuk berkenaan direkabentuk untuk menyokong beban teragih seragam tindakan kekal (g_k) tidak termasuk berat diri rasuk sebanyak 20 kN/m dan tindakan boleh ubah (q_k) sebanyak 17.5 kN/m. Rekabentuk dan sediakan perincian keratan untuk rasuk tersebut. Ambil kekuatan mampatan ciri konkrit, $f_{ck} = 35$ N/mm², kekuatan ciri tetulang keluli $f_{yk} = 500$ N/mm², garispusat tetulang utama, $\phi = 32$ mm, garispusat tetulang rakap, $\phi' = 12$ mm, penutup konkrit, $c = 25$ mm dan ketumpatan konkrit = 25 kN/m³.*

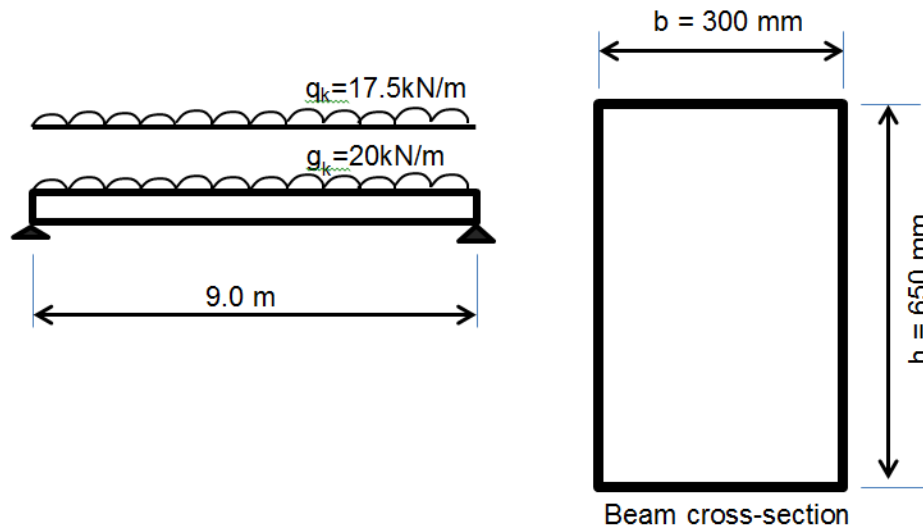


Figure 2/Rajah 2

[25 marks/markah]

- (4). The cross section of a braced non-slender column and the corresponding ultimate moment (M_z) is shown in **Figure 3**. The frame analysis indicates that the column must also resist an axial force (N_{Ed}) of 1800 kN. If the characteristic strength of concrete is set to be 25 N/mm^2 , design and provide the relevant detailing of the column. Take characteristic strength of reinforcement, $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$, effective length, $l_o = 3500 \text{ mm}$, concrete cover = 25 mm, main reinforcement diameter = 25 mm and link diameter = 8 mm. Use the design chart provided in the **Appendix**.

*Keratan rentas satu tiang terambat tidak langsing dan momen lentur muktamad (M_z) yang berkaitan adalah ditunjukkan di **Rajah 3**. Analisis kerangka menyatakan tiang tersebut juga perlu merintang beban paksi (N_{Ed}) sebanyak 1800 kN. Jika kekuatan ciri konkrit ditetapkan kepada 25 N/mm^2 , rekabentuk dan berikan perincian yang berkaitan tiang tersebut. Ambil kekuatan ciri tetulang $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$, panjang berkesan, $l_o = 3500 \text{ mm}$, penutup konkrit = 25 mm dan garispusat tetulang utama = 25 mm dan garispusat tetulang rakap = 8 mm. Gunakan carta rekabentuk yang diberikan di **Lampiran**.*

...7/-

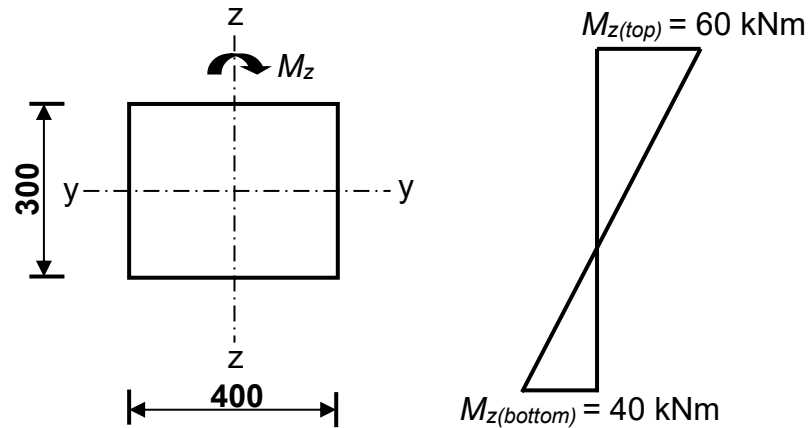


Figure 3 (all dimensions in mm)/Rajah 3 (semua ukuran dalam mm)

[25 marks/markah]

- (5). Part of the pad footing layout plan is shown in **Figure 4**. Based on the load transfer calculation, Column 2/B and 2/C support the same unfactored load namely $G_k = 1000$ kN and $Q_k = 300$ kN. If the allowable bearing pressure of the soil is 250 kN/m², design and provide the plan and sectional detailing for a **square pad footing** at gridline 2/B. Take the concrete grade, $f_{ck} = 25$ N/mm², the overall depth of the footing, $h = 600$ mm, concrete cover = 50 mm and reinforcement size = 12 mm. Ignore the shear check at the column face and the reinforcement spacing. Assume the selfweight of the pad footing at gridline 2/B as 86 kN.

Sebahagian pelan susunatur asas pad ditunjukkan di **Rajah 4**. Berdasarkan pengiraan perpindahan beban, Tiang 2/B dan 2/C menanggung beban tidak difaktor yang sama iaitu $G_k = 1000$ kN and $Q_k = 300$ kN. Jika tekanan galas tanah dibenarkan adalah 250 kN/m², rekabentuk dan berikan perincian pelan dan keratan yang berkaitan untuk satu **asas pad berbentuk segiempat sama** pada garisan grid 2/B. Ambil gred konkrit $f_{ck} = 25$ N/mm², kedalaman asas keseluruhan, $h = 600$ mm, penutup konkrit = 50 mm dan saiz tetulang = 12 mm. Abaikan semakan ricih pada permukaan tiang dan selaan tetulang. Anggap berat diri asas pad pada garisan grid 2/B sebagai 86 kN.

...8/-

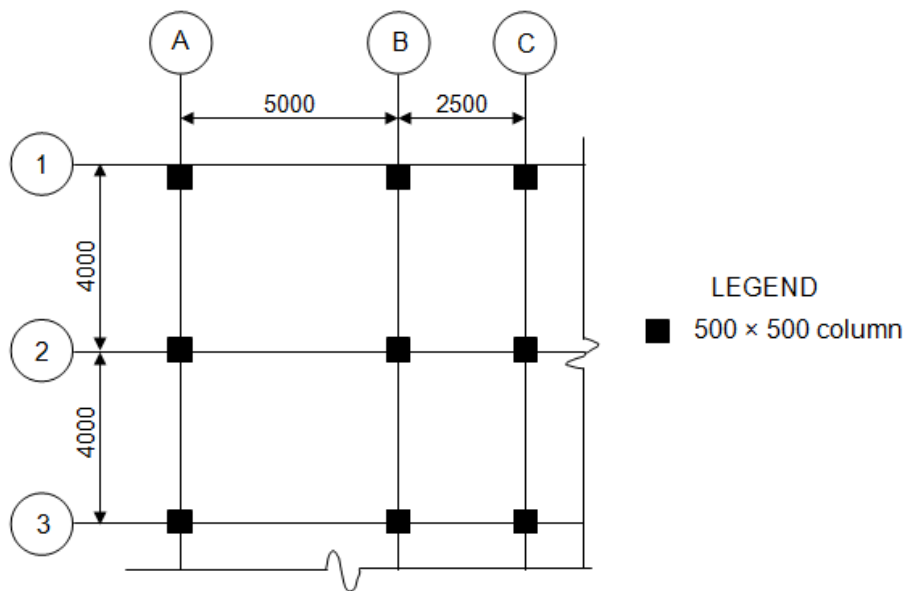
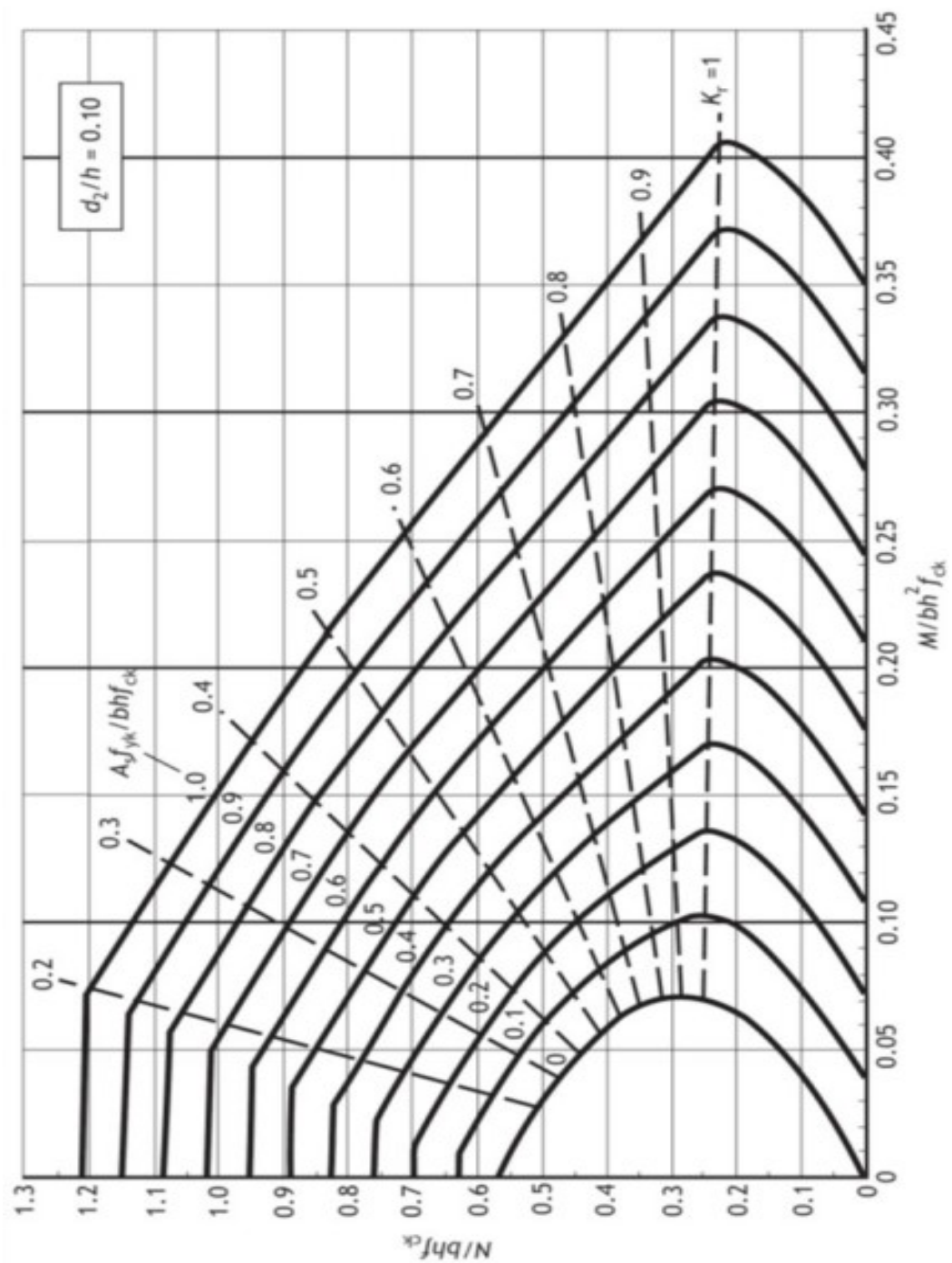


Figure 4 (all dimensions in mm)/Rajah 4 (semua ukuran dalam mm)

[25 marks/markah]

...9/-

APPENDIX/ LAMPIRAN



- 0000000 -